

にその歴史に携わってきた立場からお話しいただいた。また、元東京電力社員で、震災時は福島第二原発で勤務されていた吉川彰浩さんにジオラマを使いながら原発や廃炉に関するお話を分かりやすくしていただいた。

<2日目> 原発事故が及ぼした影響について考える

午前中は、福島第二原子力発電所に入構し、使用済み核燃料プールの見学や原子炉格納容器の見学、原子炉とタービン建屋を結ぶ途中にある巨大な主蒸気隔離弁（MSIV）や原子炉直下の格納容器の見学などを行い、原子炉や構内の大きさを実際に体感した。また、津波に襲われた非常用電源設備があるタービン建屋や震災後に作られた防波堤の見学も行った。見学後は福島第二原発副所長の吉田薫さんをはじめ、東電社員の方たちと質疑応答を行った。



午後は原発事故の影響で生じた遊休農地を利用して建てられた富岡復興メガソーラSAKURAを見学し、再生可能エネルギーの現状について、お話を伺った。その後、避難指示が解除された地域と帰還困難区域に道路一本を隔てて分断されている富岡町夜の森地区を実際に歩いた。最後に東京電力の廃炉資料館で廃炉作業の進捗状況について学んだあと、国道6号線に沿って帰還困難区域を通過した。夜は宿舎にて、「フクシマのこれから」に関するディスカッションを行った。

<3日目> 原発をどのように考えればよいか、学びを深める

午前中は、まちづくりなみえの菅野孝明さんの案内で、津波で壊滅的な被害を受けただけでなく、震災の翌日に原発事故による避難指示が出され、まだ助けを求めている人々を救出することができず、結果的に生存者を見殺しにせざるをえなかったという浪江町請戸地区を歩いた。また、こうした物語を紙芝居で伝える活動をされている岡洋子さんと八島妃彩さんの紙芝居を見た。午後は飯館村に移動し、元原子力規制委員会委員長の田中俊一さんから、原発事故の状況と放射能汚染、原発の新規制基準、廃炉、日本のエネルギー政策など様々な観点から科学者としてお話しいただいた。



②オキナワ実地調査(12/21-25)

<1日目> 「軍官民共生共死」について学ぶ

那覇空港に到着した後、日本軍・沖縄守備軍・住民の軍官民が共生共死したアブチラガマを日比野勝廣さんの証言に基づいて見学した。次にひめゆり平和祈念資料館では「科学技術総力戦体制」のように作られ、破綻していったか学ぶために、「ひめゆり学徒」という抽象的な視点からはな

く、個人の視点から考えるワークショップを行った。さらにひめゆり学徒の解散命令が出されたのちに、多くの方が命を落とした沖縄本島最南端の荒崎海岸に向かい、宮城喜久子さんの証言にもとづき、実際にどのようなことが起こったのか再現するワークショップを行った。宿舎では、これらに対するふりかえりを行った。

<2日目> 沖縄戦と基地問題をつなげる

午前中は、沖縄県立平和祈念資料館で平和の礎に刻まれた方の情報をより深く調べ、軍官民共生共死がなぜ起こったのか、他の生徒に伝える「ガイド実践」のワークショップを行った。

午後は、嘉数高台で米軍に破壊されたトーチカを見学し、基地というものが「抑止力」ではなく「攻撃対象」として扱われるということを学んだ。また高台の上から普天間基地を見学し、オスプレイの飛行ルートを確認した。その後、フェンスのすぐ隣の上大謝名公民館と上大謝名さくら公園を見学し、基地内にある墓地や住民が基地と隣接して生活している実態を学んだ。公民館で行ったふりかえりでは、「沖縄戦と軍官民共生共死」「基地問題と経済」「平和教育と科学教育のあり方」の3グループに分かれ、学びを深めた。

<3日目> オキナワとフクシマをつなげる

午前中は那覇から辺野古へ向かい、土砂投入が行われている様子を見学した後に、辺野古に基地建設がもたらされたときに反対運動を始めた西川征夫さん、条件付きで容認の立場をとる元商工会会長の飯田昭夫さん、自民党の青年部長として県知事選挙に関わった嘉陽宗一郎さんにお話を伺った。

午後は大浦湾でシーカヤックに乗り、埋め立て工事が行われている現場に近づきつつ、沖縄の自然を満喫した。また「ジュゴンの見える丘」では、地元瀬嵩の住民の方から、人間と自然がどのように共生してきたか、生物多様性はなぜ大切なのかというお話を伺った。宿舎では、フクシマとオキナワを比較しつつ、どのようにすればこの問題を伝えることができるか、ディスカッションを行った。



<4日目・5日目> 現地の人々と対話する

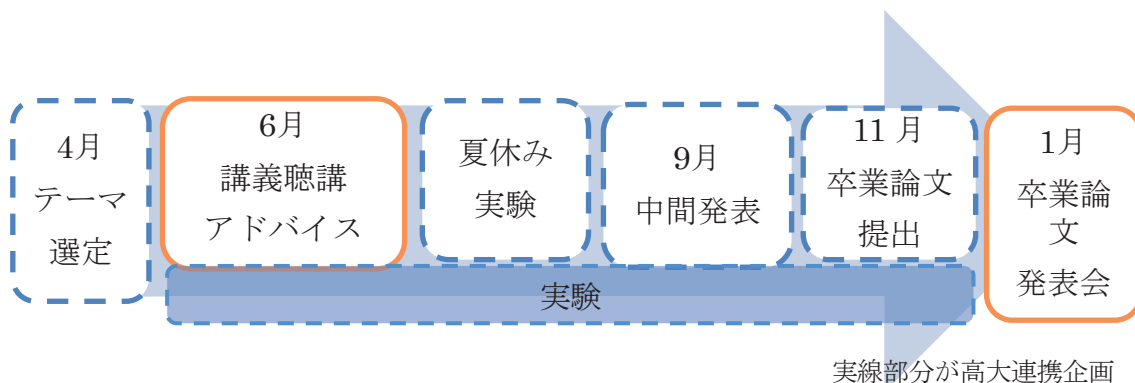
午前中は、海洋博公園を歩きながら、沖縄西海岸の開発・埋め立てに関する調査を行った。また海洋文化館では、海洋博覧会において、科学の力を用いたどのような「近未来」が展示されていたか、ソ連館の海底原子力発電所やアクアポリスの展示などをふまえ、学んだ。

午後からは伊江島に渡り、各家庭の下で魚釣りや牛の世話、サトウキビ収穫などの家業体験を行いつつ、各家庭で伊江島の現状に関する対話を行った。



3. 教養総合Ⅲ 卒業研究にむけた高大連携の取り組みの実績（高校3年生 理系コース対象）

理科 鈴木琢弥



1) 目的と仮説

本校は中央大学の附属校として、本校での理数系教育を積極的に中央大学工学部での教育と接続させようと努めている。高大連携を行うことで本校が育成を目指す「次代のイノベーションを担う科学技術人材」を育成することを目的としている。課題研究において、生徒の研究内容について研究者の視点からアドバイスをもらい、卒論発表会を設けることで、自らの興味や疑問を科学的な課題として設定し、実験をはじめとする探究活動での経験を活かして解決する力が育成されると考えている。

2) 実践と評価

a. 理工学部講義聴講企画

高校3年生理系クラスの生徒49名を対象に、6月3日(月)～7日(金)の5日間実施した。理工学部の各学科の先生方に学科の特性がわかる講義を選んでいただき数学科、物理学科、都市環境学科、精密機械工学科、電気電子情報通信工学科、応用化学科、経営システム工学科、情報工学科、生命科学科、人間総合理工学科の計10学科、70講座の中から2講座以上を聴講した。聴講中は事前に配布したA41枚のレポート用紙に講義の内容をまとめさせた。また、聴講後にはグーグルフォームにて授業の振り返りを行った。聴講後は生徒に以下のアンケート調査を行った。

*講義のアンケート

1. 今日の授業を通じて、あなた自身が重要だと思ったことを1つ挙げて下さい。
2. 今日の授業を通じて、気づいたこと・つながったことは何ですか？
3. 今日の授業を通じて、疑問に思ったこと・掘り下げてみたいと思ったことは何ですか？
4. 今日の授業での経験をふまえて、大学ではどのようなことに挑戦したいと思いますか？

アンケート結果として、大学の授業内容に関する感想や高校で学ぶ基礎知識の重要性に気付いたなどの意見が見られた。

学科の特色がわかる講義を受講できたことで生徒の学科への関心と学習意識が高まった。アンケートを見ると、聴講した講義の中で面白いと感じた生徒や高校で学ぶ基礎知識の重要性を改めて感

じた生徒も多くいた。聴講後、大学で学ぶことへの関心が高まり、大学進学を楽しみに考えられる生徒が多くなったと同時に、現在行っている高校での授業の重要さも実感し、一層真剣に授業に取り組む生徒が多くなった。講義聴講期間を5日間設けることで高校の授業を受けられないという難点はあるが、来年度以降も本年度と同様の講義聴講企画を行っていきたい。

b. 卒業論文アドバイス

本年度は、卒業研究のテーマ設定の段階からアドバイスを頂くため、6月の大学授業聴講の際に大学の先生方から卒業研究のアドバイスを頂いた。6月に頂いたアドバイスは、実験方法に関するものが多く、生徒は頂いたアドバイスをもとに計画を立てることができた。また、実験をまとめる段階に入ってから大学の先生と連絡を取らせていただき、実験結果のまとめ方や統計解析、考察のポイントなどのアドバイスを頂くことができた。

アドバイスをもらったことで研究意欲が高まり、熱心に研究を続けた生徒がいた。卒業研究を本格的に始める前に一度アドバイスを頂くことで、実験方法や実験計画を綿密に考えることができ、研究意欲が一層高まるため、本年度のように遅くとも6月にはアドバイスを頂き、夏休みにしっかりと研究を進めることができるようにしていきたい。

c. 卒業研究発表会

中央大学附属高等学校卒業研究の集大成として完成させた卒業論文を理工学部で行いアドバイスを頂いた先生方にも質問・講評をいただいた。午後は優秀発表者を選抜し発表を行った。

ヤモリはどの素材で吸着力が大きくなるのか？
～身の回りにある素材との相性を研究～
中央大学附属高等学校 甘藤太郎

はじめに
ニホンヤモリ (Gecko japonicus) は日本列島、朝鮮半島、中国東部に生息する有脚目爬虫類である。トカゲ類と異しく、尻尾を自切して敵から身を守る習性を持つ。指先には趾下腺が発達し、壁を登ったり、逆さに張り付いたりすることができる。

実験方法
○実験材料
・木の板
・紙板
・ガラス板
・コンクリートブロック
・紙板

結果

考察

結論

今後の展望

参考文献

謝辞

ソフトコーラルの粘液の分泌と拮抗反応
中央大学附属高等学校 藤田結華

研究背景

目的

予想

実験

結果

考察

今後の展望

参考文献

謝辞

図：卒業研究で作成したポスター

授業アンケート (抜粋)				
講義名	重要だと思ったこと	気づいたこと・つながったこと	疑問・掘り下げてみたいと思ったこと	大学ではどのようなことに挑戦したいか
電子物性	板書をするだけでなく、自分で要点を絞ってノートを取り、理解するべきである、という点。	特別難しいことを言っている訳ではなく、高校の物理をある程度理解していれば分かるという点。	半導体主体で授業を進めていたが人体における電子の移動について掘り下げたいと思った。	生物分野を志望しているが、今回の授業のように数式を織り交ぜながら学んでいきたい。
材料加工学 I	数学、物理、化学、全ての分野において知識が必要であること。色々な分野の物を融合して1つのことを導いていることがわかった。	物理、化学、数学の様々な分野のことを1つの授業で扱うので、それぞれの知識を1つのことに向けて繋ぎ合わせていくことが必要ということに気がついた。	エンタルピーという単語についてもっと詳しく知りたかったと思った。	自分の持っている知識を柔軟に使い、それぞれの知識がそれぞれの知識としてではなく、連動させていけるようにしたい。
電気電子情報通信工学概論	習ったことを鵜呑みにするのではなく、そこから疑い探求することが大切。	自分の学びがいかにかわかったかわかりました。trade-offのお話が工学以外の日常生活でも通じるお話だと思いました。	暗黙の仮定を深く考えたことが今までありませんでした。しかし、そこを考えなくては実験をするにしても場合によっては大きなズレが生じてしまうことに気づかされました。もっと掘り下げて考えなくてはと思います。	今まで学習の第1段階を達成し、テスト対策をするだけで満足していたような気がします。そして第2段階が最終段階だと思っていました。これからはその先の第3段階を意識しながら学んでいきたい。
基礎物理化学	物理化学の根底には数学があり、数学の知識の教養が何よりも重要であると感じた	卒業研究で熱をテーマとしているのでそのときの熱の測定の際の条件設定や考え方、また計算方法に役立ちそうだと感じた。	今回求めた式がどのような場面で活用できるかが気になった。また、断熱圧縮や断熱膨張時の温度変化を活用し外からのエネルギーの出入りを考慮すれば、圧力で温度調節が可能なのか疑問に思った。	1限あたり100分から一回の授業の内容が多いため、講義前の予習、復習は今まで以上に実践したい。また、ただ習うだけではなく知識をできる限り実践することで習得出来るようにしたい。

4. 科学技術系部活動の取り組みと成果

1) 生物部 (WILDLIFE) の取り組み

理科 岡崎弘幸

i) 活動報告

生物部の活動の柱は大きく二つある。一つは野生動物やサンゴの観察・調査などの「研究」で、もう一つは調査に必要な読図技術習得のために「オリエンテーリング」を行うことである。野生動物の調査は、高尾山をはじめとするムササビの生態分布調査、青梅の杜（青梅市）でのタヌキ、アナグマ、キツネなどの野生動物調査、ムササビのストレスホルモンの分析研究が中心である。高尾山は毎月2回程度登り、日中はフンや食痕等の痕跡を探し、夕方から夜間にかけて直接観察を行っている。5月、12月の繁殖期には調査回数を増やし、より詳細なデータを取ることを心掛けている。また高尾山全体を含む東京都多摩地区におけるムササビ分布の経年変化調査も行っている。青梅の杜では自動撮影カメラを獣道に仕掛け、利用する野生動物の種類や時間、回数などを分析している。いずれも野生動物が相手のため、時間がかかる割に成果がなかなか出てこない。しかし生徒たちは労を惜しまず、一生懸命取り組んでいる。本校は附属中もあるので、中学生のうちから高校生と一緒に研究することで調査方法や技術を早期から学び、中学のうちにテーマ設定がある程度できれば、高校ではより発展的な研究につながる。



野外での調査風景

生物室では保護したムササビを顧問が都知事許可の元で飼育しており、その個体と野生のムササビにおいてストレスホルモンの研究を2019年度から始めた。日本獣医生命大学の指導を受け、時間を決めて大学に行き分析を行っている。分析には高度な機器を使わせてもらい、失敗の繰り返しではあるが充実した研究を行っている。昨年度から始めたサンゴの飼育も順調に進み、昨年度はサンゴ礁学会で発表を行うことができた。そのきっかけとなった鹿児島県のサンゴ礁科学研究所主催のサイエンスキャンプには昨年夏に中高部員5名が応募して、研究を行ってきた。詳細は別項で紹介しているので割愛するが、研究所で大学の先生や大学院生たちのアドバイスを受け、学校でもサンゴに関する研究を進ませている部員もいる。まだ発表のレベルに達していないが、次年度はデータを蓄積しつつ発表に向けても頑張らせた。



大学でムササビのホルモン抽出実験

野生動物研究に欠かせないのが読図技術である。そのために生物部ではオリエンテーリングを行い、地図が正確に読めることを目標に練習を行うだけでなく、大会にも出場させている。2019年度は全国大会出場から日本代表とな



OL アジア選手権大会で入賞(右)

り、アジア選手権大会に出場する中学部員も出た。読図技術が調査に欠かせないこと、その技術を競う大会で優秀な成績を収めることができたことが、調査のモチベーションを引き上げていることは間違いない。

今年度は研究データの蓄積を行った1年間になったが、2020年度はこれらのデータを元にまとめ、その研究に相応しい研究発表大会に出場させる予定である。

ii) 検証と今後の課題

日常活動をホームページや学校説明会、部活動ニュースなどで説明、紹介することで、部員数は増えており、サンゴ礁研究所サイエンスキャンプ、野生動物調査、夜間における終夜調査、大学での分析など日常活動の積極性は高まりつつある。一方で何かやりたいものの、テーマが見つからず悩む生徒もいるので、適切なアドバイスの与え方が課題である。継続研究の重要性を理解させ、データの効率的な取り方、論文を書くにあたっての文章力や表現力、発表のしかたなどは時間をかけて習得させたい。



専門家から野生動物の調査を学ぶ

2) 地学研究部の取り組み

司書兼理科 平野 誠

<組織> 中学生10名、高校生20名、顧問2名、委嘱指導者2名

<第8回気象文化大賞「高校・高専 気象観測機器コンテスト」参加>

「日進月歩くん ver. 2.0」による月光発電 ―反射板による集光の有効性―

「流星出現通知システムの開発 ―流星発生の予測と発生情報配信の確立を目指して―

の研究について、書類による1次審査、実証実験報告書による2次審査を経て、プレゼンテーションとポスターセッションによる最終審査(全国大会)にて、「流星出現通知システムの開発 ―流星発生の予測と発生情報配信の確立を目指して―」が「従来の発想にとらわれない優れたアイデアと素晴らしい努力の結晶」と評価され「観客賞」を受賞した。

<日本地球惑星科学連合大会2019(JpGU2019)発表>

「月光発電量の予測と実測―「日進月歩くん」の開発―」について、口頭発表とポスター発表を行った。

<日本天文愛好者連絡会 in 東京(JAAA2019)発表>

「星空撮影におけるAPEX関係式の正確性―天体画像解析ソフト「マカリ」を用いて―」について、口頭発表とポスター発表を行った。

<令和元年度東京都内SSH指定校合同発表会発表>

「月光発電量の予測と実測 ―「日進月歩くん」の開発―」について、ポスター発表を行った。

<第7回ダジック・アース研究会発表>

「中央大学附属中学校・高等学校での8mダジック・アースの実施」について、口頭発表とポスター発表を行った。

<日本天文学会 2020 春季年会「第 22 回ジュニアセッション」発表>

「星空撮影における APEX 関係式の正確性—天体画像解析ソフト「マカリ」を用いて—」について、口頭発表とポスター発表を行った。

<高校生天体観測ネットワーク (Astro-HS) 全国フォーラム 2020 発表>

現在の研究や活動について、口頭発表とポスター発表を行った。

<中高生国際科学アイデアコンテストつくば Science Edge 2020 発表>

「星空撮影における APEX 関係式の正確性—天体画像解析ソフト「マカリ」を用いて—

「8m パールーンへの Dagik Earth (ダジック・アース) 実施」

について、ポスター発表を行った。

<銀河学校 2019 参加>

東京大学木曾観測所の 105cm シュミット望遠鏡を使って、「誰が起こした大爆発?」、「宇宙で一番アツい星?」をテーマに天体観測を行い、その結果を解析・考察して、学会にて口頭発表とポスター発表を行った。

<8m パールーンへの Dagik Earth (ダジック・アース) 投影テスト>

本校体育館 (第 2 体育館) において、NICT (情報通信機構) が製作した国内最大となる直径 8m のパールーンに、京都大学より本クラブが提供を受けた「Dagik Earth (ダジック・アース)」を NAOJ (国立天文台) の技術支援を受けて初めて投影に成功した。なお、移動式の投影面積としては、今回の投影テストで最大を記録した。

<プラネタリウム施設を利用したプラネタリウム公開投影>

「中高生のプラネタリウム発表会—ぼくらのプラネタリウム☆—」を主催。東大和市立郷土博物館のプラネタリウムシステム「MEGASTAR (メガスター)」の投影操作を習得し、2 本のオリジナル番組「冬の星座」、「残念な星座図鑑」を制作。生解説で来館者に公開投影を行った。

<自作投影機器と自作投影ドームによるプラネタリウム公開投影>

オープンキャンパス・学校説明会・文化祭では、自作したピンホール式投影機とプラスチックダンボール製ドームを組み立て、四季の星座の解説や神話の紹介などオリジナル番組を生解説で公開投影を行った。

<研究施設の視察>

多摩六都科学館を視察。全編生解説のプラネタリウムを視察し、プラネタリウム番組の制作方法を学んだ。

<検定試験>

「星空宇宙天文検定」1 級 1 名、2 級 1 名、5 級 1 名 取得

「天文宇宙検定」準 1 級 1 名 取得

<機関誌の発行>

本校中高生向けの天文普及活動の一環として、機関誌「メシエ」を 4 回発行した。

<実証実験のための宿泊を伴う研究活動>

各研究テーマの実証実験を行うために、長野県乗鞍高原にて大型連休遠征合宿 (3 泊 4 日)、長野県乗鞍高原にて夏季遠征合宿 (4 泊 5 日)、静岡県榛原郡川根本町「三ツ星天文台」にて冬季遠征合宿 (3 泊 4 日)、長野県白馬村にて春季遠征合宿 (3 泊 4 日) を実施した。また、本校校舎屋上にて 14 回 (14 泊 28 日) の校内合宿を実施した。

3) 物理部の取り組み

理科 森脇啓介

i) はじめに

2019年度、物理部では、昨年まで主な活動として行っているLEGOのNXT mindstorms®を用いたロボットプログラミングの他に、モデルロケットの作成、そして大会への出場や、Scratchを用いたプログラミングコンテストへの応募なども行った。本年も日程の関係で出場することが難しかった、科学の祭典への出展や、本校での科学実験教室の開催などに合わせ、科学技術系発表会への参加も視野に入れている。

ii) 活動内容 (主なもの)

2019.7.23 ~ 2019.7.25 千葉県 関宿滑空場にて合宿。

モデルロケットの制作、打ち上げを実施。

2019.10.6 宇宙エレベーターロボット競技会 関東オープン大会に出場、全国大会進出

(場所：中央大学附属高等学校)

2019.10.19 日本モデルロケット協会主催 モデルロケット全国大会 出場

(場所：宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 筑波宇宙センター)

2019.11.4 宇宙エレベーターロボット競技会 全国大会に出場

(神奈川大学 横浜キャンパス)

2020.1.7 SUMIDA Scratch Programming Works Contest2020 に応募予定

2020.3.30 Afrel Spring Cup (ロボコン) に出場予定。



5. 理科教育啓蒙活動

1) 2019年度講演会

①SSH講演会@Chufu Vol. 5

講師：村上雅人先生（芝浦工業大学学長）

講演日：2019年5月30日

題目：“Is STEM almighty? Tips to survive in globalized and AI-dominated society”

場所：中央大学附属高等学校講堂

受講者：本校生徒約1000名（高校1・2年生、3年生理系コースおよび保護者、他校関係者）

村上学長は超電導分野がご専門で、世界で初めて超電導を用いた人間浮揚実験に成功した方である。講演会では、国際感覚の重要性、超電導の応用研究の最前線、AIの進化と人類との係わり合い、日本の教育システムの実績と重要性、そして人間の可能性について、熱弁をふるわれた。先生の熱いメッセージが伝わり、講演会が終わると盛大な拍手に包まれた。生徒には、自分の人生の歩み方と可能性を考えさせる講演となった。



②理系コース予定者向けSSH講演会

講師：牧野光則先生（中央大学理工学部教授）

講演日：2020年1月11日

題目：研究とはどのようなものか～問いの立て方～

場所：中央大学附属高等学校1号館6F 生物実験室A

受講者：本校生徒55名（高校2年対象；2020年度高校3年生理系コース進学予定者）

牧野教授には、理学と工学の違い、それぞれの分野における研究について、さらに研究に取り組む前提として問いを立てることの重要性およびその難しさについてご講演をいただいた。また、題目である「問いの立て方」のみならず、その後の研究の進め方や論文執筆に到るまでの過程も、大学での事例を含めながら言及していただいた。本校教諭からは、論文を進めていく中で学生がよく苦勞する点や、学生の生活時間の中で研究の占める割合について質問が上がった。いずれも生徒たち自身が今後の取り組みをイメージするために役立つものだった。生徒たちは、メモを取りながら熱心に講義を聞いていた。また、教員によって用意されたレポート課題を後日提出した。さらに講演後に、3年次の科目選択・現時点での進路希望・そして検討している卒業研究テーマについて記入し提出した。



2) 課外講座

①課外実験講座「ブタの頭の解剖」

理科 岡崎弘幸・理科 鈴木琢弥

実施日時：2019年7月17日（水）13:30～18:30

実施場所：生物実験室

対象：高校1～3年生、中学生

昨年度に引き続き、課外実験講座として「ブタの頭の解剖」を行った。参加対象者は中学1年生から高校3年生とし、文系・理系問わず25人の生徒が集まった。解剖実験は3～4人の班に分けて行った。班ごとに解剖の仕方が異なり、頭骨を正中線で切断、横断面で切断、脳と視神経・眼球をそのまま取り出す3つの班に分けた。まず、班ごとにどのように解剖をするのか話し合わせ、使う道具などは各班に任せて行った。正中線で切断する班と横断面で切断する班はスムーズに解剖が進み、教科書に載っているような脳の断面図を観察することができた。生徒は実際に触れる機会の少ない脳の感触やにおい、各部の名称などをじっくりと観察していた。脳の観察が終わると、自主的に眼球の観察・解剖を行う生徒もあり、興味を持って実験に取り組む生徒が多く見られた。脳と視神経と繋げた状態で取り出すことに挑戦した班は、様々な工具を駆使して頭骨を砕きながら実験を行っていた。脳を傷つけないように話し合いながら慎重に頭骨を砕いていき、最終的には脳・視神経・眼球2つが繋がった状態で取り出すことに成功した。成功した班の脳を全員が観察し、脳の全体像や脳と視神経、眼球のつながりを理解することができた。この実験を通して、脳の構造の理解だけでなく、意見を出し合って実験を進める重要性、道具の正しい使い方など多くのことを学ぶことができた。来年度も同じように課外実験講座「ブタの頭の解剖」を行っていきたい。



写真：解剖の様子

②喜界島サンゴ礁科学研究所サイエンスキャンプ

理科 岡崎弘幸

鹿児島県喜界島にあるサンゴ礁科学研究所は、サンゴでできた喜界島を活かして、将来の科学者の卵を生み出したい！という思いから、全国の小中高生を対象にサイエンスキャンプを毎年開催している。今夏もサンゴ礁を研究している全国各地の大学の先生たちを講師とし、喜界島でサンゴ礁研究を一緒に行うプログラムに、本校から6名が参加した（1名は中学生）。昨年参加した高校生が、東京に戻ってから研究を続け、ポスター発表や学会発表をしたことを受けて、今年は刺激された中高生が応募して、サンゴやその化石、地下水、海産無脊椎動物、貝類などの研究を行った。

ジュニアコース：小3から中3まで36名、2019年8月3日(土)～7日(水)の4泊5日。

アドバンスドコース：高校生12名 2019年8月3日(土)～14日(日)11泊12日

高校生参加者は、ジュニアコース終了後、大学の先生とさらに発展的な研究テーマの設定を行い、その後継続して調査と研究レポートの作成を行なった。参加した本校生徒の感想を以下に載せる。

- ・サンゴの成長速度とエルニーニョ現象との関係を調べた。10人の参加者と一緒に作業することで、皆で研究する楽しさやそれによる研究の質の向上を体感することができた（高2男子）。
- ・前半は海底の環境と海水を比較して関係性を調査し、化石サンゴを切って年輪から年ごとの海水の状態を調べた。後半は化石サンゴと原生サンゴを切って、莖壁の厚さや莖の長さ、密度を顕微鏡とイメージJで調べ、サンゴの種類を同定した。貴重な体験ができた（高2女子）。
- ・前半は喜界島がどのような化学物質でできているのかを研究し、後半は全班での研究を生かし、喜界島の湧き水の水質分析を行った。サンゴ研究者の先生から、直接ご指導いただけたことは、他ではできない貴重な体験となった（高2女子）。
- ・前半は化石や地質を調査、喜界島の成り立ちを考察した。後半は喜界島各地の湧水の成分を調査、その中で、カルシウムイオン濃度と標高の関係に着目し、地質図と分析結果を参考に原因を考察した。後半では研究の進め方、調査結果のまとめ方、発表資料の作成方法など、多くの事を講師の先生から学んだ。何より自分で設定した仮説を調査を通じて証明できたことが嬉しく、研究の楽しさの一端に触れることができた（高2女子）。
- ・私の班は貝の成長線について研究した。また海では直接サンゴを見ることもできた。専門家の先生のもとで直接学べることはなかなかできないので新鮮で楽しかった（中2女子）。



3) 研修活動

①フィンランド海外研修

英語科 本多洋平

i) 実施目的

中央大学附属高等学校では、平成30年度において教養総合Ⅰ・Project in ScienceⅠ「光とオーロラの探究」という授業を実施し、フィンランド・オウル大学ソダンキュラ地球物理観測所（以下SGO）において講義を受け、施設見学を行なった。今回の研修では、その一連の授業を経験した生徒が、今度は同観測所において、教養総合Ⅲ・Project in ScienceⅡ（以下PISⅡ）にて取り組まれる卒業研究課題のデータ収集および口頭発表を行うことを実施内容とする。加えて、この研修を行うにあたり、高校3年生理系生徒対象のProject in EnglishⅢScience（以下PIEⅢSci）では、英語での口頭発表に向けて準備する。実際に英語での口頭発表と質疑応答を経験することで、科学者に求められる国際性の向上を目指し、さらには研究に対する意欲を喚起する。

ii) 実施期間

2019年10月21日（月）～10月25日（金）（3泊5日）

iii) 参加者および研究テーマ

3年I組	加藤 清乃	<i>Comparison of anomalous propagation in the auroral zone and the middle latitude</i>
3年I組	長島 汀	<i>Three-dimensional analysis of the location of aurora</i>
3年J組	雨宮 進也	<i>Where does auroral sound come from: the possibility of the temperature inversion layer</i>

iv) 研修先および研修内容

・ オーロラ観測地（トナカイファーム）

オーロラを観測し、各自の卒業研究に必要なデータを収集する

・ アルクティクム博物館

科学展示を見学し、「北極圏の生物」「フィンランドの地質」「北極圏の環境保護への取り組み」について一つ興味のあるものを中心に学ぶ。帰国後、学んだ内容をレポートにまとめ、さらにその内容について発表し合う。

・ ピルケサイエンスセンター

科学展示を見学し、北極圏の森林およびフィンランドの林業について学ぶ。帰国後、生徒3名で分担し、日本の林業との類似点・相違点を挙げ、さらにその考察を加えたレポートを書き、11月23日（土）に行われる学校説明会にて、その内容を受験生および保護者に発表する。

・ SGO

SGOにて、3名の生徒それぞれが個人研究内容を英語で発表する。そして質疑応答をし、研究に関する助言を受ける。さらにDr. Jyrki Manninen 研究所長による講義聴講、大学院生の研究内容聴講を行う。また、研究所内の施設設備見学を行う。



トナカイファーム屋内で実験準備



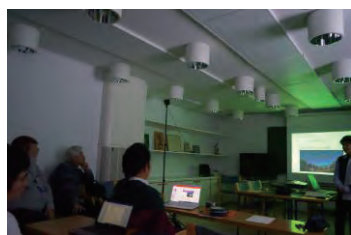
アルクティクム 博物館



ピルケサイエンスセンター

v) 旅行行程

月日 (曜)	訪問先等 (発着)	現地時刻	実施内容	宿泊地
10/21 (月)	各自自宅発 成田空港集合 ロヴァニエミ空港着 ホテル発 オーロラ観測場所 ホテル到着	8:30 17:40 20:40 21:00～ 1:00 1:20	各自移動 現地到着後、専用車にてホテルへ オーロラ観測・データ収集	ロヴァニエミ
10/22 (火)	アルクティクム着 各自昼食 ホテル着 ホテル発 オーロラ観測場所 ホテル到着	10:30 13:00 14:00 20:40 21:00～ 1:00 1:20	博物館見学・情報収集 レポートまとめ、発表およびデータ収集 準備 (ホテルにて個別指導・準備) オーロラ観測・データ収集	ロヴァニエミ
10/23 (水)	SGO 着 SGO 発 ホテル着 ホテル発 オーロラ観測場所 ホテル到着	11:45 13:00 14:00 15:00 15:30 17:00 19:00 20:40 21:00～ 1:00 1:20	Restaurant Niesta にて昼食 本校生徒による個人研究発表および質疑 応答 (研究所長・研究員による指導・助 言) Dr. Jyrki Manninen 研究所長による講 義 研究員による研究内容紹介 観測所内施設見学 オーロラ観測・データ収集	ロヴァニエミ
10/24 (木)	ピルケ着 ホテル発 ロヴァニエミ空港発	9:00 11:30 13:55	サイエンスセンター見学・情報収集	機内泊
10/25 (金)	成田空港着	8:55	各自帰宅	



SGO での発表・質疑応答、研究指導、研究員による研究内容紹介の様子

vi) 事後学習について

事後学習として、以下の3点を実施した。

- ・ 10月29日(火) アルクティクム博物館で各自が学んだ内容を放課後に各自発表
- ・ 11月23日(土) 学校説明会にて、ピルケサイエンスセンターでの学習内容を発表
- ・ 12月20日(金) 最終レポートの提出

今回の研修では、卒業研究のためのデータを収集すること、卒業研究を英語で発表すること、そして理系分野の知見を広げることが主な目的であった。実施後のレポートからも読み取れるが、個々人が色々な発見や学びをし、非常に実りの多い機会となったように感じる。それは成功体験のみならず、失敗体験からも生徒の学びを伺うことができる。

例えば、オーロラ観測時に各自の必要なデータを収集する際、想定していた通りにはいかず、試行錯誤を重ねる様子が現地でも見られた。PIEⅢSciの授業にて何度も英語での発表や質疑応答を繰り返してきたが、日本語を話さないオーロラの専門家たちの前で自身の研究内容を英語で説明することを経験し、母語以外での意思伝達の難しさの本質的な部分を体験することができた。

また、博物館やサイエンスセンターでの見学では、現在取り組んでいる専門的な分野以外にあえて着目させることで、学問分野の垣根を超えた繋がりを発見することができた。また、理系分野のみならず、人文社会科学分野との繋がりも意識させた形での知的好奇心を喚起することができた。



11月23日(土) 学校説明会において発表の様子

vii) 生徒のレポートより

a. 現地での実験について

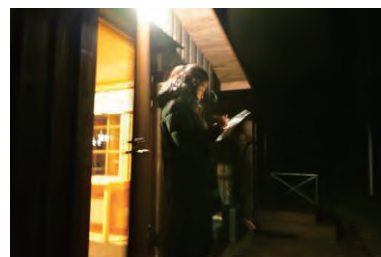
本研究は、「フィンランドにおける異常伝搬の特異性を日本との比較という観点から考察するという内容であり、昨年度にも実施した異常伝搬をとらえる実験を行った。

昨年度に実施した実験では、ロヴァニエミのトナカイファームにて、1時間ごとにFMラジオの受信可能周波数を調べる簡単な実験をフィンランドで実施し、異常伝搬をとらえるというものである。

本年度も同じ実験を行った結果、異常伝搬と思われる伝搬を受信した。

これは、北欧各国のイオノゾンデからもうかがえることであり、メカニズムとしてオーロラジェットが関係し異常伝搬発生から30分の時間差でオーロラ観測を行うことができた。

この結果を踏まえ、異常伝搬の時価差を利用した遠距離通信を可能に向けて異常伝搬時の送信基地局を自動特定が行える指向性の強い送受信機の研究を行っていく予定である。



今回、2019年10月21日から25日にかけてフィンランドのロヴァニエミの研究旅行はとて

も充実していた。結果として、自分の研究を進めることができた。まず、オーロラの観測についてだ。私の研究は、「オーロラの発生場所の3次元解析」であり、2018年10月22日20時40分(UT)で観測されたオーロラがどの場所で発生し、オーロラの高度はどのくらいであったのかを研究している。今年のオーロラの観測によって、昨年観測したオーロラの高度を計測することができ、私の研究を発展させることができた。



現地での実験について、ドローンでの観測が容易であったことが研究のための大きな助けとなりました。ドローンが作られて以来、日本のドローン規制は厳しいものであり、特に都市部でドローンを活用した観測を自由に行うのは、難しい側面があります。フィンランドにおけるドローン規制はまだ緩く、少し都市から離れることが出来れば高度 150mまで自由に飛ばすことが出来ました。そのため、上空の気温を測定することができました。しかし、ドローンの性能により一度の観測しかすることが出来なかったことが心残りでした。使用した機器は衝撃に強いわけではなく、一度故障し、現地で修理することになりました。再度観測し、なんとかデータを収集することが出来ましたが、今後は機器の改良が必要だと感じました。観測結果は気温の逆転を観測することは出来ず、当日現地には逆転層がなかったものと思われます。この理由としましては、当日の気温が-2度と例年に比べて暖かかったので急激な気温変化に至らなかったためだと思われます。



b. アルクティクム 博物館での見学について

アルクティクム博物館で見学した北極圏の環境保護への取り組みについて考察し、日本の環境問題解決の可能性を模索する。まず、今北極圏が置かれている状況について非常に深刻になっているの言うまでもない。森林限界の地域も北上し、1979年以降北極の氷は急速に減少しているのである。これらの展示について氷の規模を年代順にパズルのように設置してあり、今の北極の氷と昔の北極の氷の差を楽しみながら実感することが出来た。また、北欧地域の環境への取り組みの仕方について、フィンランド自体石油などの採掘が行われていないため、冬期間に暖を取るものはほとんど木材から来ているのであることを理解し、その行為がどれほど環境破壊につながるものになっているかを、ロープの引きの強さをもって体験できたのはとても心に残った。こういった、体験型施設・展示の充実はこのからの未来を支える者たちに無意識に実感させる取り組みである。自国の置かれている状況に冷静に向き合い、当事者意識を持たせるような教育環境を整えるべきであることを学んだ。



アルクティクムではフィンランドの地学について学ぶことが出来ました。中でも特に興味深かったものは氷河が解けることによる土地の隆起でした。展示されていた文章によると、昔フィンランドは氷で覆われていたそうです。氷が解けたとき、氷によって押し沈められていた地球の地殻が隆起するという現象が起きました。この現象は地殻変動による隆起とは違うものであり地学的には興味深いものでした。他には、氷が解けたとき氷に覆われていた地域全体がとても冷たい水に覆われ、その水よりも上になった丘の上部に植物が根付いて、今では部分的に植物が成長している地域が形成されているという説明もありました。その展示には木が部分的に生えているものがありました。更に関係の話が続けると年々大地を覆っていた水は大地の隆起により下の方に流れ、それに伴う大地の浸食で川 (the river Kemi joki) が長くなっているという話もありました。ただし、個人的に展示として目を引かれたのは巨大なアメジストでした。触ってみると冷たくひんやりしていて本物ということが実感できた。縦横奥行1mぐらいの大きさだったと思われます。こんなに大きなものが取れたのかと驚きました。近くにアメジストが取れる鉱山があるとの話がその後聞けたので取れた当時の人も驚いたのだらうと思うと同時に、自然の雄大さや偉大さを感じました。



アルクティクム博物館では、オーロラのことについてだけでなく、動植物の生態系、フィンランドの地形や歴史など、幅広い分野での展示がある博物館である。その中でも私は、シロクマについて着目することにした。シロクマは寒い場所に適合し、海氷を主な生息地としている唯一の哺乳類である。厳しい極地で生き残るための身体的特徴を持っている。

尻尾は短くて小さい。寒い地域に生息するシロクマの尻尾は、アレンの法則に従うと知られている。アレンの法則とは、恒温動物は、暖かい地域に生息していると尻尾が長く大きくなり、寒い地域

であると短く小さくなることである。シロクマは全身が暖かさを保つために毛がたくさん生えている。毛は、周りの色に紛れることができるように白くなっている。シロクマがアザラシを食べると毛の色は黄色くなる。

肌は黒い。皮下脂肪は12cmにも及ぶ。皮下脂肪には、水の中でも体温を一定にしておけるようにすることと、エネルギーを貯めておく2つの機能を持つ。子供のシロクマは皮下脂肪が少なく泳げない。また、子供のシロクマを育てるとメスのシロクマは皮下脂肪が減り泳げなくなる。長い首は、泳ぐときと、獲物を捕まえるときに役に立つ。鼻の形は、空気を吸っても体の温かさを保てるようになっている。水の中にいるときは鼻を閉じることができる。



c. ピルケサイエンスセンターでの見学について

ピルケでは主に木材の加工方法に注目した。日本とフィンランドにおける農林水産業への意識の差を感じることができ、ピルケ自体が木材の国であるフィンランドならではの体験型施設になっていた。木材の他に、森と共存している動植物にも目を向け、様々な自然・人為的災害をいかに減らすかや、森と人のつながりを歯車に見立て複雑に絡まり合う職業と森について当事者意識を持たせるような作りになっていた。フィンランドは日本と違い人工林があまり多くなく、大地の動きも活発ではないので地盤の強さはあるものの、木の伐採のための機械の開発など人工衛星を用いながら的確に効率よく木の生長と伐採期を管理する体制は日本でも取り入れるべきである。また、木に関する職に従事している人が日本よりも多いため、木に対して親身になって考える人々が多いということもわかった。



ピルケでの見学では木材と人のこれからの関係性を考えさせられました。ピルケに展示されていたものはどれも堅苦しいものではなく、短い文章で簡潔に木と人が共存していくにはどうしたらいいのか、森林保存の面、木材加工の面、自然体験の面から訴えかけているものでした。展示の仕方としては、全体的にデザイン性に富んでいながら体験型が多く、まるで木のテーマパークのようなものでした。老若男女多くの人が楽しんで学べるものとなっていました。内装のデザインも木が大部分を占めているため暖色が多く心が暖まる感じがしました。中では何らかの研究発表をしており、このような施設の利用方法が新鮮でした。



私はピルケサイエンスセンターでの展示に関し、特にフィンランドに広がっている木々に着目して見学してきた。フィンランド北部では9種類の原樹種が育つ。一般的にマツ、トウヒ、カバノキが経済的に貴重な樹種と言われている。フィンランドの森林のうち、47%がマツ、24%がトウヒ、19%が落葉樹で成り立っているそうだ。(中略)

フィンランドは、3/4が森林地帯になっており、非常に人と木の距離が近いことがわかった。また、この博物館は、研究室を兼ね備えていた。博物館の中で木についての講演を行ったり、仕事のミーティングをしたりすることがあるそうだ。これは日本の博物館との違いであり、魅力的なものであると感じた。



d. SGO での発表について

今回の研修旅行で一番の収穫を感じたのはこの研究発表であった。日本では数々の SSH 大会に参加しており、発表に関して自分の言葉でまとめるということは何度も経験していた。しかし、今回の研究発表でいかに日本での研究発表の機会が少ないか、研究に要する知識が少ないかが露呈されるいい機会だった。まず、英語での発表をすることがなかったため、指針がたたなかった。手探りの状態で行ったが、日本語での発表のような言い回しをすることなく発表を終えてしまった。また、今後の課題にもなった質問への対応力も身につけなければならないことを痛感した。うまく話せないことへのもどかしさは英語力の向上を図るきっかけになった。しかし、日本人同士ではない外部からのアドバイスはとても新鮮であり、また大学院生の研究内容を英語で聴講し実際に体験できたことは、今後の大学進学の際の研究材料になると考える。

SGO での研究発表は、PowerPoint を用いて行った。日本語でスライドを作る時よりも英語で作ったことによって、スライドには文章ではなく重要なポイント（単語など）を見やすく書くことが重要であることがよくわかった。どこが重要であるかを見極めてスライドを作り、どこを示しながら話すのかを特に練習した。発表では、英語の単語を間違えてしまったり、発表している途中でスライドの間違いに気がついたりしたが、臨機応変に対応することができた。今回の発表で、自分の研究と発表に自信を持てるようになった。また、発表したあとに、自分の研究に必要な資料の見方を教えてもらうことができ、自分の研究を発展させることができた。

SGO での研究発表では改めて英語学習の必要性を感じました。日本では、英語の発表を行っても困った時には日本語という逃げ道があり、英語学習の必要性をあまり強く認識することは出来ませんでした。しかし今回の発表では、自分の発表の内容を聞いてもらっている人に伝えるには英語を使うことしかできず、逃げ道がないため英語学習の必要性を今一度感じました。特に、緊張して英語の発音が頭の中から飛んだ時などには焦ってしまい、発表がスムーズに進まず相手にも自分の発表がうまく伝わっていないと感じることがありました。英語を流暢に、そしてしっかり相手に自分の考えを伝えるためのツールとして使うことが出来るようになりたいと感じました。普通の発表自体は何回か行ってきていて、あまり緊張しなくなってきましたが、英語で行う発表での緊張は段違いでした。足の震えが止まらず、無意識のうちに腕組みをしてしまうほどでした。そのように今まで経験したことのない英語での発表の経験や、英語の必要性を再認識することが出来たいい経験となりました。



②第9回東芝杯中国師範大学理科教学技能創新コンテスト入賞者との研修会

理科 岡崎弘幸・地歴公民科 大島誠二

6月13日(木)、第9回東芝杯中国師範大学理科教学技能創新コンテストで入賞した大学生と指導教官が本校を訪れ、本校教員との研修会を開催した。このコンテストは、数学、物理、化学の各分野で教授技法を競う大会で、中国の教育部と日本企業の「東芝」の共催により、毎年、中国全土の師範大学の大学生を対象に開かれ、参加者は1万数千人に及んでいる。今回は中国教育部の趙建軍先生を団長に、中国各地の20の師範大学から、入賞した大学生30名とその指導教官19名、教育部3名が来校した。

研修会では、数学、物理、化学の各分野で、中国側の大学生と本校の教員が1名ずつ、本校の生徒を対象にそれぞれ授業を実施した。各分野の授業題目は、次のとおりである。

- ・数学 中国側 甄禕明(天津師範大学) 題目「平面ベクトルの基本原理」
本校教諭 秋山和男 題目「Complex number rhapsody」
- ・化学 中国側 黄露瑶(華中師範大学) 題目「金属の電気化学腐食—水素析出腐食—」
本校教諭 武市雅至 題目「サルチル酸メチルの合成(実験)」
- ・物理 中国側 佑佳玲(四川師範大学) 題目「等速円運動の求心力と求心加速度」
本校教諭 三輪貴信 題目「熱力学 熱機関」

授業は基本的に英語を用いて実施された。そのため生徒にとってはやや難易度の高い授業となったが、各教員ともより理解しやすいよう、動画、図版、実験などを多用し創意工夫して授業を展開した。授業終了後、懇談会を実施した。懇談会では「カリキュラムの構成と単位数」「講義と実験の組み合わせ方」「生徒に実験を行わせる目的と実験後のまとめ方」「教育制度や進学状況の違い」などが議題となり、お互いの教授方法の違いや共通点などについて意見交換をおこなった。授業を受けた生徒も懇談会に参加し、中国の大学生と授業内容や学校の状況の違いなどについて、たどたどしい英語ではあったが熱心に情報交換をおこなった。

研修会全体を通しては、教員、生徒ともに貴重な国際交流経験の場となり、グローバル社会への対応力や英語力の重要性を改めて認識させられる一日となった。生徒の事後アンケートでは、スキルとしての英語の重要性に気づかされたとの声が圧倒的であった。



③カリキュラム・マネジメント研修会（教員研修会）

理科 岡崎弘幸・国語科 齋藤 祐

日時：2019年6月21日（金）13:15～18:00

テーマ：教科横断的な学びの体験を通じた、カリキュラム・マネジメント勉強会および実践に向けた協議

場 所：中央大学附属中学校・高等学校生物実験室

内 容：次期学習指導要領では、教科等の目標や内容を見通し、学習の基盤となる資質・能力を養うために教科横断的な学習の充実が求められている。同時に、学校、地域とともに実施・評価・改善をしていく「カリキュラム・マネジメント」が必要とされる。そこで今回の勉強会は、東京都生物教育研究会の研修会と本校 SSH で開発中の教養総合 I の中間成果報告を兼ねて実施した。本校では、学校設定科目として「教養総合 I」という授業を設け、その授業と研究旅行を関連させ、社会課題に取り組む姿勢を育むカリキュラムを構成している。「教養総合」の開発により次代のイノベーションを担う科学技術人材に求められる能力と資質が向上する」という仮説を立てているので、各科目とも創意工夫を凝らし、試行錯誤の中でデータを蓄積している。教養総合 I は高2の必修選択とし、その中で SSH 科目として Project in science I の①「マレーシアの自然調査と観光資源開拓」 ②「数学・英語で学びを考える（カナダ）」 ③「コンピュータプログラミング」 ④トレーニング科学の4コースと、トランスサイエンス（TS）の「フクシマとオキナワを通して近代化・科学技術を考える」という1コースを設置している。どのコースも教科横断的に社会課題や専門分野に取り組むカリキュラムがつくられ、勉強会ではこれらの授業見学を行い、授業ごとの分科会や全体会による協議を行なった。また、本校から SSH 課題の一つであるコンピテンシー評価の中間報告を行い、意見交換をした。

マレーシアの授業を見学した他校の先生からは、どの発表も SDGs に関連させていた、事前学習から現地研修、事後学習、成果物という流れがあることで効果的な PBL になっているとか、コンピテンシー評価を行って授業を PDCA し、全体をマネジメントしているという感想が出た。また、教科横断型の取り組みとして、国語×理科（同じ教材）、社会×理科（同じ社会問題）、理科×技術家庭（物づくり）なども紹介された。他には問いから授業をはじめ、収束させない。課題研究などを積極的に取り組めば取り組むほど、より一層詳しく知りたくなり、やる気が出てくる。本校の実践から、コンピテンシーで見える化し、教員のサイクルを回すことはほかの学校でもできるのではないかなど、活発な意見が出た。今後も校種、教科、中高などの枠を超えた幅の広い勉強会（研修会）を開き、新しい時代に即した教育を追求していくことが望ましい。



仮説2. 「科学技術人材育成に特化した英語科授業 “Project in EnglishⅢ” の開発により、科学技術人材に求められる国際性が向上する。」

本校の「Project in EnglishⅢ」の開発の取り組み

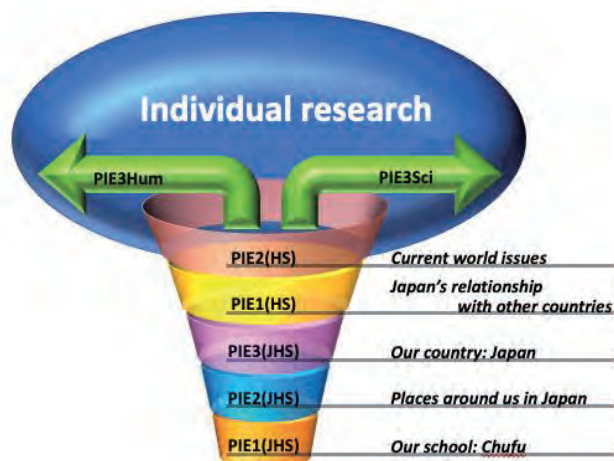
英語科 本多洋平

①本校の「Project in English (以下PIE)」について

PIEは2010年度に本校の学校設定科目として設置され、2017年度のカリキュラム改訂において、中学1年生から高校3年生までの6年間連続的に配置される科目となった。PIEにおいて重要な要素は以下の5点である（詳細は2018年度報告書に記載）：

- ・発信の力を育成すること
- ・プロジェクト型であること
- ・意味中心・学習者中心であること
- ・協同的であること
- ・Team Teaching であること

PIEにおいては、右図のように6か年に渡り、各年度のテーマに基づいて英語による自己表現の機会を創出し、その力を育成するよう教員配置や教材開発を行っている。



②「Project in EnglishⅢ」の開発と課題

1) 研究内容・方法・検証

i) 教育課程編成上の位置付け

学校設定科目として実施。今年度の実施形態は以下の通り。

科目名：Project in English Ⅲ

対象生徒：高校 3年生生理系選択者 49名

実施期間：1学期および2学期 週2時間（連続授業）

実施形態：英語科教員と理科教員による Team Teaching・主に英語で授業実施

ii) 研究内容

本校では2017年度高校1年生から新カリキュラムが始まり、2019年度高校3年生より、学校設定科目として文系と理系それぞれ内容を異にするPIEⅢが実施された。同じく学校設定科目である教養総合Ⅲにおいて、文系は卒業論文を執筆し、理系は卒業研究を実施することとなっている。PIEⅢにおいては、どちらもその内容を英語で発表することを最終目的とした。理系におけるPIEⅢ（以降PIEⅢSci）においては、以下の通り授業を実施した。

a) 目標

- ・科学的なテーマについて、自分の考えを英語で表現しようとする意欲を育む。【探究する意欲】
- ・科学的なテーマに関する他者の文章・発言を理解する力を養う【傾聴力】
- ・科学的なテーマについて、自分の考えを英語でわかりやすく説明し、効果的に伝える力を養う。【説明力】

- ・お互いの考えを尊重し、信頼関係を築きながらプロジェクトを達成する力を養う。【協創力】

b) 既存の科目との関連づけ

コミュニケーション英語Ⅲで培われる土台をもとに、PIEⅢSciでは、4技能（読む・聞く・書く・話す）の中で、特に発信（書く・話す）の力を育成することを大きな目標の一つとしている。また、教養総合Ⅲの内容を英語でまとめさせ、発表させることで、自身の研究内容理解の促進および論点の明確化を図る。

c) 年間指導計画

1 学期

2 学期

Lesson		Contents	Notes
1 4/16	1	Guidance	Variables Popcorn を用いた 実験・発表
	2	Input 1	
2 4/23	1	実験 1	
	2		
3 5/7	1	発表 1	
	2	振り返り・まとめ	
4 5/14	1	English focus	Physics Land yacht を用 いた実験
	2	Input 2	
5 5/28	1	実験 2	
	2		
6 6/4	1	先行研究文献調査・発表 スライド作成	(中大理工学部 授業聴講期間)
	2		
7 6/18	1	発表 2	Land yacht を用 いた実験の発表
	2	振り返り・まとめ	
8 6/25	1	先行研究発表	自身の卒業研究に 関連する先行研究 を紹介 (英語文献 読解、日本語要 約・発表)
	2		
9 7/2	1	Test: Science vocabulary	
	2		

Lesson		Contents	Notes
1 9/10	1	Guidance, English focus	Biology Ants 集団行動観察
	2	Input 3	
2 9/17	1	実験 3	
	2		
3 10/8	1	発表 3	
	2	振り返り・まとめ	
4 10/29	1	English focus	Chemistry Bubbles を用いた実 験・発表
	2	Input 4	
5 11/5	1	実験 4	
	2		
6 11/12	1	発表 4	
	2	振り返り・まとめ	
7 11/19	1	発表準備	ポスター作成
	2		
8 11/26	1	卒業研究個人ポスター発表	自身の卒業研究に関 するポスター発表 (英語)
	2		
9 12/3	1	Test: Science vocabulary	
	2		

取り組みの詳細内容は後続のページで紹介する。

iii) 手段、方法

高校3年生生理系選択者対象への授業を計画し、実施した。口頭でのポスター発表が最終ゴールであるため、発表形態の工夫や発表方法の改善を目指した。

iv) 成果検証方法

生徒によるコンピテンシーアンケート結果および学期ごとの授業アンケートにより授業の成果を検証した。また、授業と連関する形で海外での活動(研修・研究発表会・交流会)に参加した生徒の数、科学に関する英語での交流に参加した生徒の数さらに各種英語資格試験の取得状況も、仮説に対する成果検証方法の一つとする。加えて、授業担当者から見た生徒の変容も後述する。

v) 成果

教養総合Ⅲにおける卒業研究は、自主性を育み、研究者としての素地を作るために非常に意義深いものであると考える。さらにPIEⅢSciで取り組んできたように、個々人が自ら選んだ研究テーマについて、その内容を英語でまとめて他者にわかりやすく伝えようと努力することは、英語学習面においても効果的であると考え。このことは指導に当たった教員だけでなく生徒の自己評価(コンピテンシーアンケート)と授業評価にも現れている。

1学期の授業開始時と2学期最終授業後にコンピテンシーアンケートを実施した。このアンケートにおいては、生徒は4段階で回答した。コンピテンシー項目とその結果は以下の通り:

	レベル1 問題行動	レベル2 指示待ち行動	レベル3 自主的行動	レベル4 自律的行動
【探求する意欲】	1. 科学的なテーマについて、自分の考えを英語で表現しようと思ったことはない。	2. 科学的なテーマについて、授業等で要求されれば、自分の考えを英語で表現しようとしている。	3. 科学的なテーマについて、授業中自分の番でなくても、自分の考えを英語で表現しようとしている。	4. 科学的なテーマについて、授業外の普段の生活の場面でも自分の考えを英語で表現しようとしている。
【傾聴力】	1. 英語による他者の文章・発言は理解できないので、あまり聞こうとは思わない。	2. 英語による他者の文章・発言を理解する力が自分には足りないが、伸ばそうと努力はしている。	3. 英語による他者の文章・発言を理解する力がある程度あり、要旨を把握することはできている。	4. 英語による他者の文章・発言を理解する力があり、それが科学的なテーマであっても、その要旨を手短かにまとめることができる。
【説明力】	1. 自分の考えを英語でわかりやすく説明なんて、できるわけがない、と思ってしまう。	2. 自分の考えを英語でわかりやすく説明し、効果的に伝える力が自分には足りないが、伸ばそうと努力はしている。	3. あらかじめ準備する時間があれば、自分の考えを英語でわかりやすく説明し、効果的に伝えることができる程度できる。	4. 準備する時間がなない応答でも、自分の考えをわかりやすく説明し、効果的に伝えることが十分にできる。
【共創力】	1. 英語によるグループワークが苦手であり、他人と協力して何かを創り上げることは苦手だ。	2. 英語でのグループワークでは、メンバーに協力できるが、自ら率先して動くとしたことはあまりない。	3. 英語でのグループワークにおいて、共通の目標を理解しようとし、当事者意識を持とうとしている。	4. 英語でのグループワークにおいて、共通の目標を理解し、それを達成するために常に当事者意識を持って行動している。

以下は科目履修辞退等の理由により、途中で授業を辞退した者などを除いた、38名の回答である。

2019 PIE3Sci コンピテンシーアンケート結果

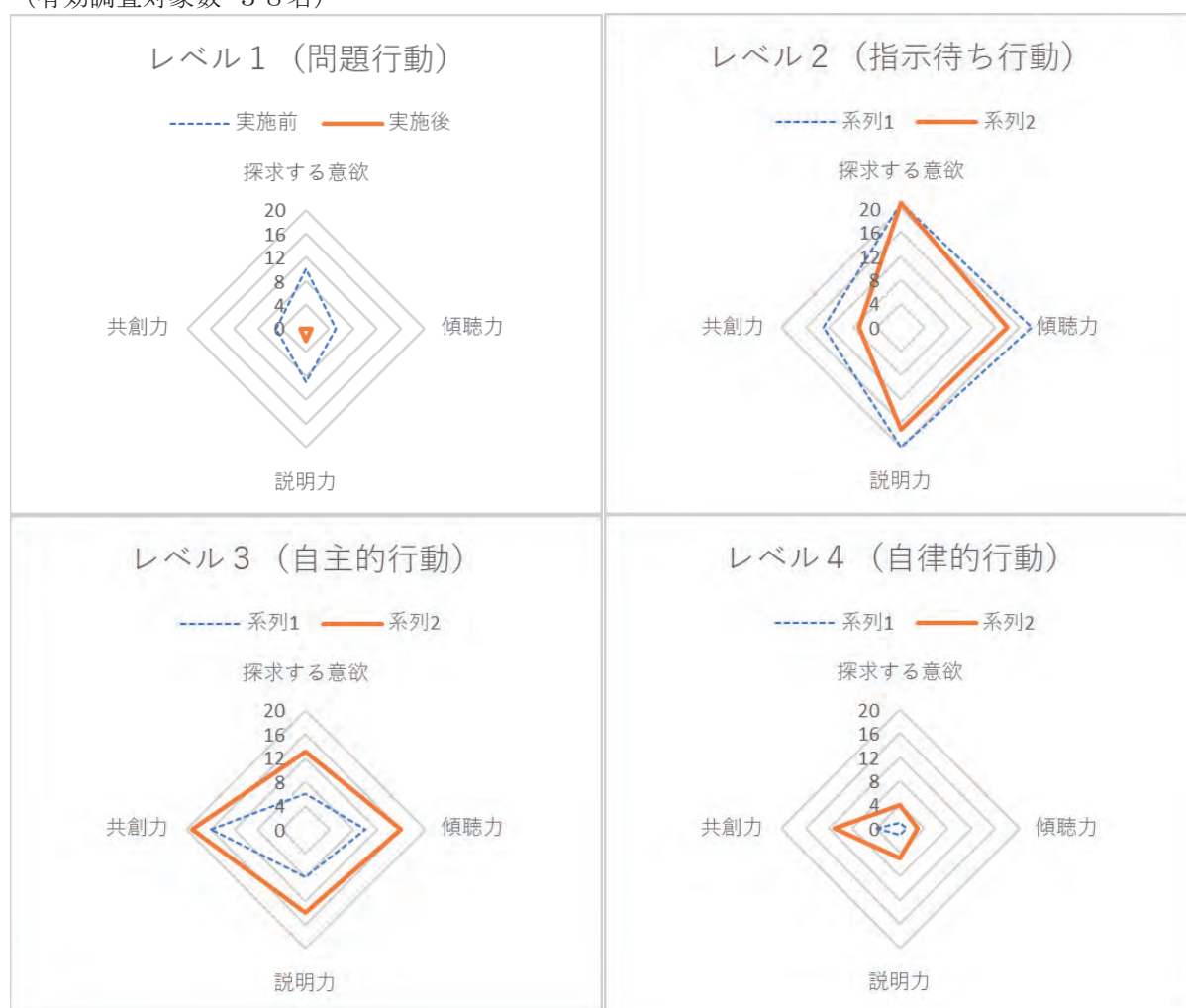
【探求する意欲】	実施前	実施後	【傾聴力】	実施前	実施後
<i>Mean</i>	1.95	2.55	<i>Mean</i>	2.18	2.55
<i>SD</i>	0.73	0.69	<i>SD</i>	0.69	0.69
<i>N</i>	38	38	<i>N</i>	38	38
【説明力】	実施前	実施後	【共創力】	実施前	実施後
<i>Mean</i>	2.03	2.58	<i>Mean</i>	2.50	3.05
<i>SD</i>	0.75	0.79	<i>SD</i>	0.86	0.77
<i>N</i>	38	38	<i>N</i>	38	38

全ての項目において、授業開始前においては低い値を示していたにも関わらず、実施後のアンケートでは生徒自身の自己評価が高まっていることがわかる。

【説明力】及び、【傾聴力】の平均値がわずかながら上昇している。このことより、生徒自身が「英語でのコミュニケーション能力、つまり他者に理解できるように説明する能力や、他者の英語発言について理解する能力が上昇した。」と、感じているということがうかがえる。授業者としても、実験1～4のプレゼンテーション、最終プレゼンテーションを通して、生徒たちの英語対話能力が大きく上昇したことが実感できている。また、アンケート結果で【探求する意欲】が大きく上昇している。これは、「科学的なテーマについて、自分の考えを英語で表現すること」について関心が大きく上昇しているということである。自信が不足しているためか、経験不足のためか、はじめは消極的であった生徒たちも最終的には、自ら英語で表現してみようという意識に変わったと言えるのではないだろうか。この結果についても、プレゼンテーションの様子に現れており、最終プレゼンテーションでは、自ら聴者との英語対話に挑戦しようとするものが多かったように感じられた。【共創力】の上昇については、プレゼンテーションや実験を1人ではなく、2～4人程度のグループで行ったことによるものであると考えられる。また、英語スキルの学習の時間も、複数人で行うアクティビティを用意したことによる影響も大きいと考えられる。

以下に、実施前、実施後でのコンピテンシーアンケート結果のレベル1～レベル4の変化を示す。実施後にはレベル1がほぼいなくなり、レベル3やレベル4が増えていることがわかる。

(有効調査対象数 38名)



学期ごとに「授業アンケート」を実施した。このアンケートの目的は、生徒自身の学習態度の振り返らせることと、生徒による授業評価を行うことの2点である。ここでは授業評価のみに言及する。生徒は4段階（4-よく当てはまる、1-全く当てはまらない）で回答した。質問項目とその結果は以下の通り：

質問項目	<ul style="list-style-type: none"> ・ 授業進行上の指示はわかりやすい【教員の指示】 ・ 授業の進め方（進度）は適切である【進度】 ・ 説明、プリント等はわかりやすく工夫している【教材提示】 ・ 生徒の学力向上のために努力している【教員の努力】 ・ 質問に丁寧に答えてくれる【応対】 ・ 総合的に判断して、この授業に満足している【満足度】
------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2019 PIE3Sci 授業アンケート結果

【教員の指示】	1 学期	2 学期	【進度】	1 学期	2 学期
<i>Mean</i>	3.33	3.33	<i>Mean</i>	3.37	3.44
<i>SD</i>	0.71	0.68	<i>SD</i>	0.58	0.61
<i>N</i>	43	36	<i>N</i>	43	36

【教材提示】	1 学期	2 学期	【教員の努力】	1 学期	2 学期
<i>Mean</i>	3.30	3.41	<i>Mean</i>	3.60	3.61
<i>SD</i>	0.60	0.50	<i>SD</i>	0.54	0.55
<i>N</i>	43	36	<i>N</i>	43	36

【教員の応対】	1 学期	2 学期	【満足度】	1 学期	2 学期
<i>Mean</i>	3.60	3.72	<i>Mean</i>	3.44	3.41
<i>SD</i>	0.58	0.45	<i>SD</i>	0.63	0.65
<i>N</i>	43	36	<i>N</i>	43	36

全ての項目において、高い値を示しているため、生徒による本授業の評価は高いと言える。授業期間中は提出課題（発表動画など）が多く、他の授業の課題との兼ね合いもあり、忙しそうにしている生徒が多々見られた。課題の与え方・量は今後の検討課題である。

海外での活動に参加した生徒は3名であり、いずれもフィンランドでのオーロラ観測、英語での卒業研究発表、博物館・科学館見学を実施した。詳細は「フィンランド研修旅行」に記述する。

科学に関する英語での交流に参加した生徒の数は35名である。6月13日に本校で中国師範大学理科教学技能創新コンテストの研修会が行われ、中国の大学院生の授業を英語で受講し、その後英語で交流した。事後アンケートでは、英語でのコミュニケーションがうまくいかなかったことにより英語学習意欲が湧いた様子や、英語の必要性が実感した様子が述べられていた。詳細は「第9回東芝杯中国師範大学理科教学技能創新コンテスト訪問団研修会」に記述する。

1学期の授業開始時と2学期最終授業時での実用英語技能検定の取得数を比較した。結果は調査時点で保持する最も高い級を答えさせたものである。結果は以下の通りであり、より高い級を目指して努力してきた結果がうかがえる：

	実施前	実施後
級なし	3	2
3級	5	3
準2級	16	9
2級	24	34
準1級	1	1
	<i>N</i> = 49	<i>N</i> = 49

vi) 授業内での取り組み

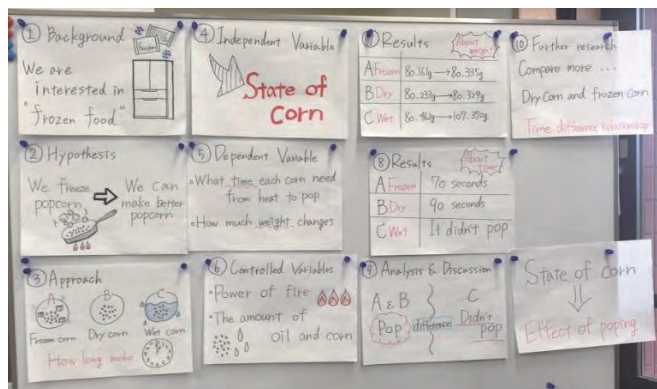
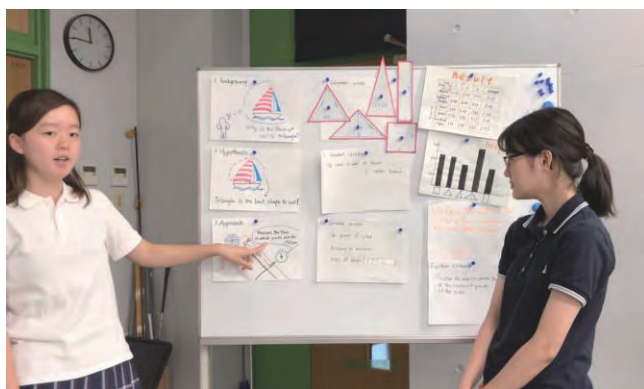
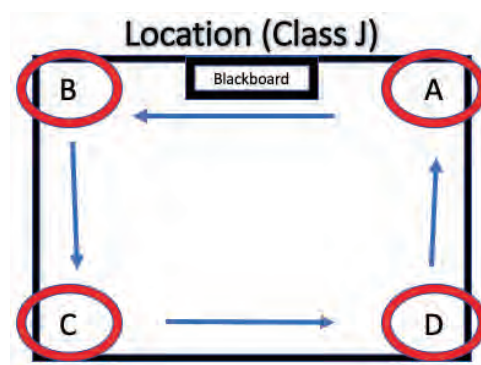
- “Science Vocabulary” の導入：理系のいろいろな分野で使われる単語を毎回の授業で繰り返し練習した。学期に 100 語～150 語程度を導入する。学期末に単語テストを行った。
- “Word Book” の導入：授業時に知った新たな英単語や、発表時に英語にできなかった日本語を記録させた。個人で必要性を感じた時に書かせることとした。
- 実験テーマに即した英語によるインプット-なるべく 4 技能 (LSRW) を横断的にカバーするように教材を開発した。
- 実験・発表の班は 1 グループにつき 2～4 人で構成した。

実験 1 (Popcorn) の様子



- ポスター発表では研究動機・仮説または研究課題・検証方法・結果・考察・新たな課題の流れに沿ってスライドを作成するよう指導した。スライドには見せるために必要な情報のみを載せるよう指導した。
- 実験結果の発表は、ポスター発表形式（3分説明・2分質疑応答 × 4回）で行った。同一内容で複数回実施させることで、使用文法を自己チェックさせ、使用語彙や表現を増やすことを目指させた。

発表 ポスター例 (1. Popcorn / 2. Land yacht)

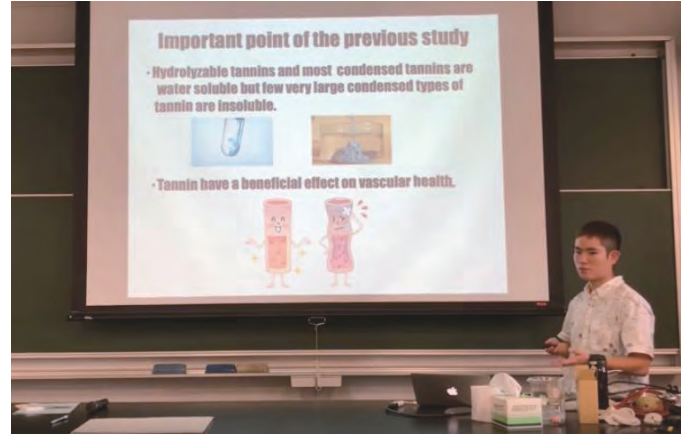
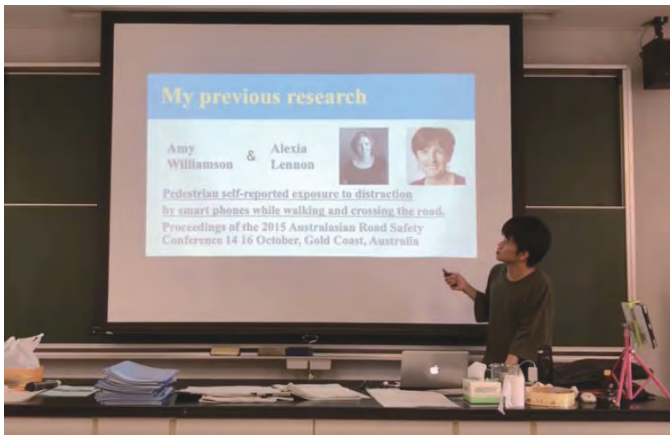


- 発表の聞き手には、合計 2 回以上の質問をするように指導した。

- 実験・発表の振り返りをさせることで、自分は何を学んだのか、どのようなことができて、どのようなことができなかったのかを意識させ、次回に繋げさせた。

The image shows two pages of a lesson script draft. The left page is titled 'Lesson 3: Script draft for Experiment 3 & Presentation 3' and includes instructions for students to write a summary and answer questions about an experiment on ants. The right page is a Japanese review of the presentation, with handwritten notes and a final note: 'Bubbles a presentation is good!' and 'You are required to submit this draft by the beginning of the next lesson'.

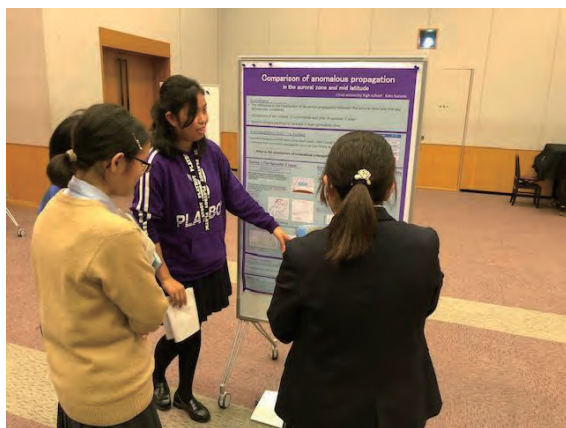
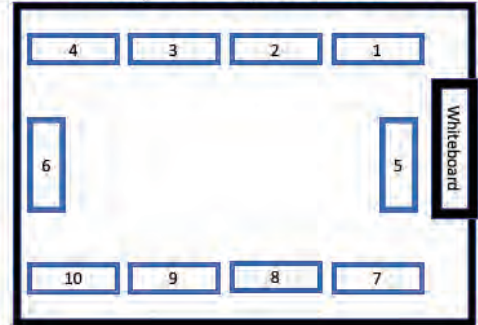
- 卒業論文に関連する先行研究または参考文献（英語で書かれた論文）を一本選び、その要点をまとめ、日本語で口頭発表を行った（一人最大5分）。その際、自身の研究テーマ設定の動機や学習した英語表現をPowerPointまたはKeynoteを用いて発表した（1学期）。



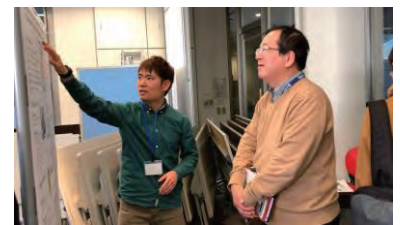
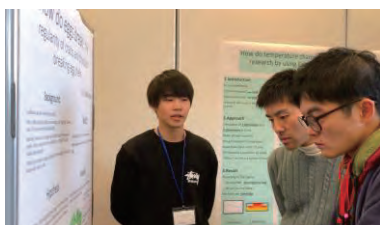
- 自身の卒業研究に関するポスター発表を行った（2学期）。一人当たりの発表時間を30分とし、聴衆によって説明内容・方法を変えるように指導した。なお、発表当日は、都合のつく理科教員・英語科教員にも参加してもらい、質疑応答を行なった。



Location (Class J) in the 7th floor



- 後日、発表動画を生徒自身に撮らせ、Google Classroomで提出させた。そうすることで発表当日、教員は生徒同士のやりとりに主に注目できた。
- 2学期末に発表した個人研究のポスターおよび内容に各自修正を加え、1/17(金)に中央大学理工学部において英語でのポスター発表を行った。大学教員、学生および中央大学高校の3年生理系選択者に来ていただいた。聴衆の母語が主に日本語であることから、日本語にシフトしてしまうこともあったが、英語で内容を伝えようとする積極的な姿勢が見られた。英語でのやり取りをする場面も多く見られた。



* Input → Research → Presentation の流れで行った授業

PIEⅢSci では、科学的なテーマについて、自らの考えを英語で表現する意欲や能力を育成することが目的である。この機会を創出するため、テーマについての知識を英語にて学習し（Input）、自ら仮説を立てて研究し（Research）、そして研究結果を発表する（Presentation）という3段階の流れを、2時間×3週の学習時間にて行った。

グループでの研究課題として、1学期の実験1、実験2にはそれぞれ、Popcorn、Land yacht を選択した。また、2学期の実験3、実験4には、それぞれ、Behavior of ants、Bubbles を選択した。これらの研究課題は、2時間という、限られた短い時間の中で、ある程度の結果を示すことができる必要があった。研究課題選考のための基準は以下の通り。

- ・ ① 短い時間で何度も実験をすることができる。収集できるデータ数を増やすことができる。
- ・ ② 実験条件を変えることが容易で、自由度が高く、いろいろな仮説を立てやすい。
- ・ ③ グラフを描いて、説明する機会を作るため、数値でデータが取れるものである方がよい。

どのテーマについても自由度は高く、生徒の振り返りにも多く記述されていたが、研究課題、仮説は班によって多種多様で、生徒自身も楽しみながら実験を行うことができたようである。自分たちの班で得られた結果を他人に紹介したいという、発表におけるモチベーションを高める目的においては非常に高い効果が見られたように感じる。しかし、4つのテーマのうち、Behavior of ants については、各班に10匹程度のアリを実験観察用に用意することができたのだが、2時間の実験時間の間ほとんど移動しないアリも多く、短い時間で結果を得るという点において、実験材料として不適切であった。来年度については、この点に留意して、テーマを選定しなおす必要がある。

以下に、今年の4テーマにおいて、特徴的だったキーワードを紹介する。

- ・ Popcorn
タネの種類、温度依存性、タネの切断、タネを冷凍、加熱時間、跳ねた高さ、膨らんだ後の体積…
- ・ Land yacht
帆の面積、帆の角度、帆の形状、走行距離、完走時間、速度、ヨットの質量、圧力中心、重心…
- ・ Behavior of ants
アリの種類、餌の種類、餌の量、甘味、酸味、アリの色覚、移動する道すじ、斜面、床の素材…
- ・ Bubbles
シャボン玉の大きさ、持続性、弾力性、温度、溶液の成分、付着する素材、光の屈折…

仮説3：「コンピテンシー・ベースの観点別評価体制を開発して、科学技術人材としての「資質」も含んだ評価と指導を行うことにより、大学進学後にも生徒の科学技術人材に求められる能力と資質が向上する。」

コンピテンシー自己評価アンケート分析 Vol. 2

国語科 齋藤祐・情報科 禰覇陽子

① 今回の調査概要

【調査名】 「コンピテンシー自己評価アンケート調査 “Chufu-compass”」

【実施機関】 中央大学附属高等学校SSH運営委員会

【目的】

・高等学校段階でのコンピテンシー水準の測定と把握に基づき、高校生の抱える資質・能力面での課題項目を抽出する

・本校以外の協力校にも調査依頼を行うことによって、結果の比較と分析を行う

・分析結果に基づき、次年度以降のSSH関連事業へのフィードバックを行い、改善の指針とする

【2018年度第2回調査の実施校と調査対象】（※カッコ内計は有効回答数を示す）

実施時期：2018年12月～2019年3月 →2018年度第2回調査における有効回答者数合計：2,238名

(ア) 中央大学附属高等学校（高1～高3全生徒 計1,058名）

(イ) 東京都立科学技術高等学校（高1～高3全生徒 計566名）

(ウ) 東京都立多摩科学技術高等学校（高1～高3全生徒 計614名）

【2019年度第1回調査の実施校と調査対象】（※同前）

実施時期：2019年4月 →2019年度第1回調査における有効回答者数：691名

(エ) 中央大学附属高等学校（高1全生徒 394名）

(オ) 東京都立立川高等学校（高1協力者 297名）

② 他校との比較

今年度は新たに、本校と同様、2018年度からSSH指定を受けた学校の協力を得ることができた（都立C校）。そこで、2019年度、高校入学段階における両校生徒の“Chufu-compass”回答を比較した。

ただし、単に両校の特徴を探るだけでなく、全体的な傾向にも注目できるよう、各項目の回答数に対するLv.1～Lv.4の回答割合を求めた後、“Chufu-compass”の全14項目を同心円状に配置し、レベル別レーダーチャートで表わしたところ、次のようになった。